

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1898

THÈSE

N°

60

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le jeudi 24 novembre 1898, à 1 heure

Par CHARLES DHÉRÉ

Né à Paris le 5 mars 1876

RECHERCHES

SUR LA

VARIATION DES CENTRES NERVEUX
EN FONCTION DE LA TAILLE

(TRAVAIL DU LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE DE LA SORBONNE)

Président : M. GIL RICHET, professeur.

MATHIAS DU VAL, professeur.

Juges : MM. } BLANCHARD et LANGLOIS, agrégés.

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

PARIS

JOUBE ET BOYER

IMPRIMEURS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

15, rue Racine, 15

1898

60

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1898

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le jeudi 24 novembre 1898, à 1 heure

Par CHARLES DHÉRÉ

Né à Paris le 5 mars 1876

RECHERCHES

SUR LA

VARIATION DES CENTRES NERVEUX

EN FONCTION DE LA TAILLE

(TRAVAIL DU LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE DE LA SORBONNE)

Président : M. CH. RICHET, professeur.

*Juges : MM. } MATHIAS DUVAL, professeur.
 } BLANCHARD et LANGLOIS, agrégés.*

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les différentes parties de l'enseignement médical.



PARIS

JOUVE ET BOYER

IMPRIMEURS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

15, rue Racine, 15

1898

FACULTE DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen	M. BROUARDEL.
Professeurs	MM.
Anatomie.	FARABEUF.
Physiologie	CH. RICHEL.
Physique médicale.	GARIEL.
Chimie organique et chimie minérale.	GAUTIER.
Histoire naturelle médicale.	BLANCHARD.
Pathologie et thérapeutique générales.	BOUCHARD.
Pathologie médicale.	HUTINEL.
Pathologie chirurgicale.	DEBOVE.
Anatomie pathologique.	LANNELONGUE.
Histologie.	CORNIL.
Opérations et appareils	MATHIAS DUVAL.
Matière médicale et pharmacologie.	TERRIER.
Thérapeutique	POUCHET.
Hygiène	LANDOUZY.
Médecine légale.	PROUST.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.	BROUARDEL.
Pathologie expérimentale et comparée.	LABOULBENE.
	CHANTEMESSE.
Clinique médicale.	POTAIN.
	JACCOUD.
	HAYEM.
	DIEULAFOY.
Maladie des enfants.	GRANCHER.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	FOURNIER.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale.	JOFFROY.
Clinique des maladies du système nerveux.	RAYMOND.
	DUPLAY.
Clinique chirurgicale.	LE DENTU.
	TILLAX.
	BERGER.
Clinique ophtalmologique.	PANAS.
Clinique des maladies des voies urinaires.	GUYON.
Clinique d'accouchements.	PINARD.
	BUDIN.

Agrégés en exercice.

MM.	DESCREZ	LEJARS	THIROLOIX
ACHARD.	DUPRE	LEPAGE	THOINOT
ALBARRAN.	FAURE	MARFAN	VAQUEZ
ANDRE	GAUCHER	MAUCLAIRE	VARNIER
BONNAIRE	GILLES DE LA	MENETRIER	WALLICH
BROCA (AUG.)	TOURETTE	MERY	WALTHER
BROCA (ANDRÉ).	HARTMANN	ROGER	WIDAL
CHARRIN	LANGLOIS	SEBILEAU	WURTZ
CHASSEVANT	LAUNOIS	TEISSIER	
PIERRE DELBET	LEGUEU	THIERRY	

Secrétaire de la Faculté : M. Ch. PUPIN.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A M. CH. POTAIN

Professeur de clinique médicale à la Faculté de Paris
Membre de l'Institut

Hommage de profond respect et de vive gratitude.

A MON MAÎTRE

M. A. DASTRE

Professeur de Physiologie à la Faculté des sciences de Paris

A M. LOUIS LAPICQUE

Maître de Conférences de Physiologie à la Sorbonne
Docteur ès-sciences et Docteur en médecine

Témoignage d'affectueuse reconnaissance et de sincère attachement

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. CH. RICHET

Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Paris

RECHERCHES

SUR LA

VARIATION DES CENTRES NERVEUX

EN FONCTION DE LA TAILLE

(Travail du Laboratoire de Physiologie générale de la Sorbonne)

INTRODUCTION

Le système nerveux est celui dont les variations offrent la signification la plus profonde. Par elles, se trouve réellement exprimé le degré de développement et de complexité des relations externes et internes de l'organisme ; et l'on peut dire du névraxe qu'il est essentiellement représentatif de l'être.

C'est là, sans doute, la conclusion générale qui se dégage, indépendamment de toute théorie systématique, de l'ensemble des recherches poursuivies sur ce sujet ; mais la difficulté est grande de savoir quelle part il faut attri-

buer dans les variations des centres nerveux à chacun de ces deux facteurs : le fonctionnement somatique, l'activité psychique. Jusqu'à quel point sont-ils indépendants ? Comment leur influence respective se traduit-elle ? Telles sont les questions qui attendent encore leur solution.

Ce n'est pas faute d'avoir été travaillé que ce problème est si loin d'être résolu d'une façon définitive. Des anatomistes et des physiologistes du plus haut mérite y ont appliqué leurs efforts persévérants depuis près d'un siècle. Mais toutes ces études ont été, malheureusement, dominées par des préoccupations théoriques qui leur ont beaucoup plus nuï qu'elles ne leur ont servi. Il n'est peut-être pas de partie de la Biologie où les hypothèses se soient développées plus librement aux dépens de la connaissance exacte des faits. Aussi, avouerons-nous n'avoir nulle envie de rééditer quelqu'un de ces systèmes prétendus explicatifs où toutes les variations, quelles qu'elles soient, se trouvent interprétées à souhait. Nous ne céderons pas, toutefois, à un entraînement, de ce genre en indiquant la façon dont a été conçu le déterminisme cérébral par les auteurs les plus récents ; et cet exposé nous permettra d'établir plus nettement la position de la question, telle qu'elle nous apparaît.

Si l'on admet que le cerveau est, non pas seulement le substratum, mais, au sens propre, l'organe de l'intelligence (1), l'on se trouve logiquement amené à chercher

1. Claude Bernard. *Des fonctions du cerveau*. *Revue des Deux-Mondes*, 15 mars 1872, conclusions p. 385.

dans les variations de développement de la masse cérébrale l'équivalent des différences intellectuelles. Notamment, il doit y avoir une correspondance étroite entre le poids du cerveau et la grandeur de l'intelligence. Certes, des statistiques nombreuses (1), se rapportant surtout à l'homme, ont mis suffisamment ce fait en lumière pour entraîner la conviction ; et pourtant, un examen attentif des cas individuels ne tarde pas à démontrer que cette relation est bien moins constante qu'on ne l'aurait cru tout d'abord. C'est qu'il est une autre cause qui influence aussi puissamment la masse cérébrale et rend difficile l'évaluation exacte de l'accroissement pondéral corrélatif à la supériorité intellectuelle, nous voulons parler de la taille ou de la masse du corps. C'est le grand mérite de MM. Manouvrier et Ch. Richet d'avoir tenté de déterminer isolément chacune des variables dont l'encéphale est fonction.

Avec M. Manouvrier (2) supposons dans le poids de l'encéphale C , l'existence d'une quantité m proportionnelle à la masse organique M (3). Si nous retranchons

1. *Statistiques de* Leuret, Broca, Sappey, Manouvrier, Papillaut etc.

2. *Sur l'interprétation de la quantité dans l'encéphale* (Mém. de la Soc. d'Anthr.). Paris 1883, 2, III, 137, 326.

Article *Cerveau* du *Dict. de Physiologie de Richet*, p. 610, 745 (1897).

3. A la masse active représentée, par exemple, par le poids du fémur. Cette considération n'a d'importance que pour la comparaison des cas individuels et le choix du fémur n'est vraiment préférable chez l'homme. Chez le chien, M. Manouvrier, s'est servi tantôt du poids du fémur, tantôt du poids du foie.

m de C, nous obtiendrons cette quantité i exprimant le poids de la portion du cerveau en rapport avec l'exercice de l'intelligence. Considérons, maintenant, deux groupes d'individus de même espèce et sensiblement égaux en intelligence, mais très différents par la taille. Les variations des poids encéphaliques C et C' devront être rattachées aux variations des quantités m et m' proportionnelles aux masses M et M'. L'on pourra donc écrire $\frac{m}{M} = \frac{c-c'}{M-M'}$; d'où $m = \frac{(c-c')M}{M-M'}$. Et comme $i = c - m$, connaissant cette quantité i égale, par hypothèse, dans les deux groupes envisagés, l'on aura $m' = c' - i$. Ces calculs appliqués à l'espèce chien par M. Manouvrier, lui ont donné, pour la quantité i , des chiffres allant de 40 à 56 grammes.

M. Ch. Richet (1) partant d'une hypothèse un peu différente, — la partie variable du cerveau varie comme la surface de l'animal, — a obtenu pour la quantité servant à l'intelligence chez le chien, des valeurs extrêmes de 30 et 56 gr, mais dont le plus grand nombre oscillent autour de 50 gr. Telle serait, d'après cet auteur, la quantité intellectuelle du chien.

Maintenant, il faut nous demander quelle peut être la valeur de ces procédés d'analyse du poids cérébral.

Disons, tout de suite, que cette appréciation comporte

1. *Travaux du Laboratoire*, T. III 1895. Poids du cerveau, du foie et de la rate des Mammifères p. 163.

l'examen de deux ordres de questions : les unes sont du domaine spéculatif, les autres, au contraire, ne relèvent que de l'observation.

La notion d'intelligence, surtout d'intelligence animale, n'est-elle pas trop imprécise pour permettre une évaluation exacte de cette faculté ?

A supposer qu'on puisse la mesurer mathématiquement serait-ce uniquement en unités de poids ?

Enfin, la quantité pondérale représentant le développement intellectuel du sujet est-elle, oui ou non, solidaire de sa taille ?

Voilà le problème théorique, et, de sa solution explicite ou implicite, dépend toute la signification des résultats obtenus.

Quant à la question de fait, elle concerne l'expression des données acquises : s'accordent-elles avec les hypothèses acceptées ? forment-elles un ensemble satisfaisant ?

Remarquons, tout d'abord, que MM. Manouvrier et Ch. Richet semblent prendre le terme *intelligence* dans une acception très compréhensive, correspondant au degré d'évolution psychique, au *psychisme* de l'être. Ils ne donnent pas, du reste, à entendre que ce développement intellectuel puisse être mesuré, dans le sens rigoureux du mot, par les différences pondérales : du moins M. Manouvrier s'est défendu, à plusieurs reprises (1), d'une telle prétention. Aussi bien, les conditions de nombre (2)

1. En particulier p. 312 in Mém. de 1883 et in *dict. de Richet*. p. 694 (*art. cerveau*).

2. *Studien über Klinik und Pathologie der Idiotie nebst Un-*

des neurones, de complexité et de répartition (1) de leurs connexions, de morphologie (2) et de constitution chimique (3) cellulaires sont-elles, au moins, d'égale importance (4)? Ce n'est même que dans la mesure où l'on peut supposer ces conditions semblables qu'il est légitime de tenir compte des variations pondérales pour une telle évaluation.

Un point qui nous intéresse tout particulièrement, est la manière dont a été envisagée la relation de la portion intellectuelle du cerveau avec la taille du sujet.

« Le cerveau, dit M. Ch. Richet (5), comprend une quantité variable, et une quantité constante qui ne doit pas se modifier avec la taille ou le poids ; c'est la quantité de cerveau qui sert à l'intelligence. En effet, qu'il s'agisse d'un grand ou d'un petit chien, il s'agit toujours d'une intelligence égale ou peu s'en faut ; et il est bien

tersuchungen über die normale Anatomie der Hirnrinde ; von Dr Carl Hammarberg. Upsala, 1895.

1. Flechsig. *Gehirn und Seele*, Leipsig 1893, et Van Gehuchten-*Anatomie du système nerveux de l'homme*. Louvain, 1897. *Centres de projection et centres d'association*. p. 685.

2. S-R. Cajal. *Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux* (1894), p. 52 et 75 à 81. Z. *La morphologie de la cellule nerveuse*. *Rev. Scientif.* 7 décembre 1895.

3. Voir les recherches histochimiques toutes récentes de Nissl, Benda etc.

Nous nous proposons de revenir plus loin sur la partie chimique proprement dite.

4. Ce sont là les conditions intrinsèques ; il y a aussi les conditions extrinsèques, les conditions de nutrition surtout.

5. *Bul. Soc. de Biologie*, 30 mai, 1891, p. 413.

permis de faire cette hypothèse que la quantité de substance nécessaire pour les phénomènes intellectuels de l'un et de l'autre est la même ». M. Manouvrier (1) a fait des réserves formelles à ce sujet. « La quantité i , dit-il, ne peut être une constante indépendante de la quantité m ou de la masse organique générale. J'insiste sur ce fait, que les quantités i et m représentent simplement les deux termes d'un rapport abstrait entre les deux grandes influences qui gouvernent les variations régulières du poids de l'encéphale. Aucune de ces deux quantités n'est isolable anatomiquement ; dans chacune des deux entre nécessairement une partie du poids des éléments cérébraux de toutes sortes et, *a fortiori*, de régions cérébrales quelconques, mais dans des proportions variables, probablement, pour chaque portion de l'encéphale et pour chaque sorte d'éléments ».

Comment ces divergences théoriques s'adaptent-elles aux faits ? C'est ce qui nous reste à examiner.

Nous avons vu que M. Ch. Richet avait trouvé, pour la quantité i (qu'il appelle K) des valeurs variant entre 30 et 56 grammes, c'est-à-dire presque du simple au double ; or, chacun de ces nombres représente le poids moyen de « substance pensante » d'un groupe de chiens que nous devons considérer, par hypothèse, comme aussi bien doué que les autres sous le rapport intellectuel. Dès lors, la thèse qui consisterait à admettre la constance de la quantité i , dans les conditions que nous venons d'indiquer, nous paraît aussi peu prouvée que possible.

1. *Op. cit.*, (1897), *passim*.

M. Manouvrier échappe en partie à cette difficulté en rattachant les variations systématiques de la quantité i à l'influence de la taille ; mais il se trouve ainsi entraîné à enlever toute signification précise à sa quantité i .

Une dernière remarque. On donne un poids de 50 gr. à la quantité de substance cérébrale servant à l'intelligence d'un chien, qu'il soit grand ou petit. Nous ne voyons pas comment l'on peut concilier cette valeur avec le poids de l'encéphale chez les tout petits chiens adultes ou il tombe, précisément, à une cinquantaine de grammes (1).

Quoiqu'il en soit, de la discussion précédente nous voulons retenir simplement ce fait ; c'est que l'interprétation, au profit de l'intelligence, des variations de l'encéphale suppose la connaissance exacte de l'influence exercée par la taille sur ces mêmes variations. Sur ce point particulier voici, à peu près, ce que nous savions avant le remarqua-

1. Dans tout cet exposé nous nous en sommes tenu exclusivement au point de vue de MM. Richet et Manouvrier, mais nous devons dire que ce point de vue constitue un véritable postulat, et qui n'est peut-être pas le bon. MM. Richet et Manouvrier considèrent l'encéphale comme une somme de deux quantités plus ou moins hétérogènes. En l'état présent de nos connaissances, il ne nous semble pas que l'on soit autorisé à scinder ainsi la masse encéphalique ; et l'on pourrait, tout aussi bien admettre que, dans sa double relation avec la taille et avec l'intelligence, l'encéphale reste un tout naturel. Dans cette dernière hypothèse l'encéphale serait, au sens strictement mathématique, fonction de l'intelligence de même qu'il est fonction du poids du corps, comme nous le démontrerons.

ble mémoire d'Eugène Dubois (1). L'on avait fait les trois comparaisons suivantes, fort instructive chacune. En rapprochant, d'abord, de l'encéphale de l'homme ceux des plus grands mammifères, l'éléphant et la baleine, un premier résultat s'était dégagé : sous l'action d'une masse organique considérable, l'encéphale des animaux peut surpasser en poids celui de l'homme. En étudiant, ensuite la relation du volume encéphalique à la grandeur du corps chez des animaux apparentés et d'organisation cérébrale analogue, mais très différents par la taille, on vit les plus grandes espèces présenter constamment la plus forte *quantité* d'encéphale. Enfin, grâce aux statistiques de M. Ch. Richet (2), Rüdinger (3), Max Weber (3), il a été définitivement prouvé que les petit mammifères adultes possèdent, *proportionnellement* à leur corps, plus d'encéphale que ceux appartenant au même groupe spécifique, mais qui ont le corps plus grand.

Restait à déterminer l'expression mathématique de cette progression de l'encéphale en fonction de la grandeur de l'animal. C'est ici que commence l'œuvre de M. E. Dubois (de la Haye).

1. Sur le rapport du poids de l'encéphale avec la grandeur du corps chez les mammifères, *in Bull. Société d'Anthropologie de Paris*, fascicule 4 (1^{er} juillet 1897).

2. *Loc. cit.*, (1891).

3. Ueber die Hirne verschiedener Hunde. Sitzungsab. Acad. München 1894.

4. Vorstudien über das Hirngewicht der Säugethiere, Leipzig 1896 (cité par Dubois).

S'inspirant des recherches de Snell (4), M. Dubois, se demande si l'on ne pourrait trouver un nombre qui affectant comme exposant le poids de deux ou plusieurs animaux semblables sous tous rapports, sauf quant à la taille, indiquerait la relation pondérale de leurs encéphales ; de telle sorte que l'on obtienne le rapport $\frac{e}{p^x}$ constant chez les sujets comparés.

Soient E et e, les poids de deux encéphales, P et p. les poids des deux corps, posons $E : e = P_x : p_x$.

De cette équation on tire.

$$\left(\frac{P}{p}\right)^x = \frac{E}{e}$$

$$x (\log P - \log p) = \log E - \log e$$

$$x = \frac{\log E - \log e}{\log P - \log p}$$

L'on connaît ainsi suivant quelle puissance de P varient les encéphales envisagés.

M. Dubois a d'ailleurs démontré que l'on pouvait établir la même relation exponentielle, pour deux mammifères quelconques, par l'introduction dans les calculs d'un facteur de céphalisation exprimant le degré d'organisation relatif de l'encéphale.

Dans ce travail, j'ai abordé l'étude des variations des centres nerveux en fonction de la taille, uniquement dans

1. *Abhängigkeit der Hirngewichtes von dem Körpergewicht* (Arch. für Psych. 1892, t. XXIII), et: *das Gewicht des Gehirns und des Hirnmantels der Säugethiere in Beziehung zu deren geistigen Fähigkeiten*, München. Med. Wochenschr, 1892. Nr. 5. S. 98.

les limites de l'espèce, et encore d'une espèce déterminée : le chien. L'idée de ces recherches m'a été suggérée par M. Lapicque, maître de conférences de physiologie à la Sorbonne ; et c'est sous sa direction et avec sa précieuse collaboration qu'elles ont été effectuées.

En possession de la formule de Dubois et en ayant recours à certaines considérations d'ordre géométrique, nous avons pu ramener à une expression sensiblement uniforme la relation au poids du corps du système nerveux central pris dans son ensemble et dans ses diverses, parties [Encéphale (Lapicque) hémisphères, cervelet isthme, moelle épinière].

Nous avons fait aussi une large part aux études morphologiques, qui se rattachent aux premières ainsi qu'on le verra.

Enfin, au moyen de l'analyse chimique, nous avons essayé d'apprécier la proportion relative des éléments conducteurs dans les encéphales des chiens de différentes tailles : ce qui peut apporter une première indication sur la valeur physiologique de l'unité de poids de l'organe.

Chaque ordre de recherches nous a fourni un certain nombre de données nouvelles qui intéressent, croyons-nous, aussi bien l'anthropologie que la physiologie générales.

Les résultats consignés dans ce travail ont fait l'objet des communications suivantes à la Société de Biologie.

Louis Lapicque : Sur la relation du poids de l'encéphale au poids du corps (15 janvier 1898).

Dhéré et Lapique : Variation de la moelle épinière en fonction de la taille, chez le chien (25 juin 1898).

Dhéré et Lapique : Relation entre la forme du cerveau et la grandeur du sujet chez le chien (9 juillet 1898).

Louis Lapique : Variation de la composition chimique du cerveau suivant la grandeur de cette organe (30 juillet 1898).

Charles Dhéré : Modification de composition chimique de l'encéphale du chien sous l'influence de la taille (même séance).

Dhéré et Lapique : Variation des diverses parties des centres nerveux en fonction du poids du corps chez le chien (id).

Une étude d'ensemble a été publiée dans les Archives de physiologie normale et pathologique.

Dhéré et Lapique : Sur le rapport entre la grandeur du corps et le développement de l'encéphale (no d'octobre 1898 p. 763 à 774).

CHAPITRE I

Il est une question préjudicielle à laquelle nous voulons répondre par provision dès le début de ce travail. Le chien qui, par les variations considérables de sa taille, se prête éminemment à nos recherches, constitue-t-il une espèce zoologique indiscutable? Il suffit d'ouvrir les traités spéciaux (1) pour se convaincre du contraire. Il n'en est pas moins vrai que, toute discussion phylogénique mise à part, on peut très légitimement considérer le groupe des chiens comme formant une espèce physiologique. Quant à nous, nous l'envisagerons comme une espèce en variation désordonnée, mais pouvant être assimilée, dans son ensemble, à un tout homogène. Nous ne tiendrons donc, et pour cause, aucun compte des races; et s'il restait quelques scrupules à cet égard, les chiffres que nous avons obtenus, qui forment série continue, ne tarderont pas, croyons-nous, à les dissiper. Nous pourrions, d'ailleurs, nous autoriser de l'exemple de M. le Professeur Richet

1. Consulter l'article Chien dans le *Diction. de Phys. de Richet*; et surtout Darwin: *De la variation des animaux et des plantes à l'état domestique*, Chap. I.

qui a conclu de même dans ses belles études sur le poids du cerveau, du foie et de la rate chez le chien. Quant aux différences intellectuelles, elles ne suivent évidemment pas la taille d'une façon systématique, et, dans des séries comportant un nombre suffisant d'observations, leur somme algébrique doit être nulle.

Cela posé, entrons dans le vif de notre sujet.

En comparant deux à deux diverses espèces de mammifères se ressemblant beaucoup par l'organisation, mais de poids très éloignés, Eug. Dubois a obtenu pour x , l'exposant de relation, une valeur très voisine de 0,555.

Les calculs ont été appliqués aux couples suivants :

<i>Simia satyrus</i> et <i>Hylobates syndactylus</i>	$x =$ 0.5493
<i>Simia satyrus</i> et <i>Hylobates leuciscus</i>	0.5854
<i>Oryx beisa</i> et <i>Cephalophus maxwelli</i>	0.5769
<i>Felis concolor</i> et <i>Felis domestica</i>	0.5751
<i>Felis leo</i> et <i>Felis domestica</i>	0.5446
<i>Mus decumanus</i> et <i>Mus musculus</i>	0.5564
<i>Sciurus bicolor</i> et <i>Sciurus vulgaris</i>	0.5412

Il y a là, manifestement, l'indication d'une loi que l'on pourrait énoncer de la façon suivante : Pour deux espèces de mammifères de même forme et de même structure, mais de grandeur très différente, les encéphales sont entre eux comme le poids du corps à la puissance 0.555 ou $5/9$.

M. Lapique a fait le même calcul pour l'espèce chien

en utilisant la statistique de M. Ch. Richet (1) dans laquelle se trouvent réunies les déterminations dues à Colin et à Manouvrier.

Afin d'éliminer les écarts individuels, M. Lopicque a opéré sur des groupes assez étendus en tenant compte seulement du poids moyen du corps et du poids moyen de l'encéphale dans chaque série. En établissant le rapport logarithmique pour des chiens de poids moyens de 40, 28, 12 et 7 kilog. ; on trouve des valeurs de x peu éloignées de 0.25 ou $1/4$. Si l'on calcule alors le rapport $E : P^{1/4}$ dans toute la série divisée en dix groupes, on arrive aux valeurs indiquées dans le tableau suivant:

Nombre de sujets.	Poids moyen des chiens.	Poids moyen de l'encéphale.	Rapport $E : P^{1/4}$
—	—	—	—
17	38 kgr.	107 gr.	7.6
27	28	95	7.3
27	22	94	7.8
18	19	86.5	7.4
27	15	85	7.7
27	10	75	7.4
24	7	72	7.8
11	5	64	7.6
6	3	60	8.1
4	1.6	51	8.1

Ces valeurs sont suffisamment rapprochées (2) pour que

1. *Travaux du Laboratoire*, T. II. 1894, p.

2. Il est très probable que la légère augmentation que l'on constate pour les deux derniers termes tient à ce qu'il entre dans ces séries peu nombreuses quelques sujets non adultes. M. Richet émet, en effet, un doute à ce sujet, dans son article du tome III des travaux

l'on puisse considérer le rapport du poids de l'encéphale à la racine quatrième du poids du corps, comme constant dans l'ensemble de l'espèce chien. Ainsi, tandis que la puissance de P suivant laquelle varie l'encéphale d'espèce à espèce est 0,555, dans l'espèce chien, cette puissance est 0,25, c'est-à-dire extrêmement différente.

Nous nous bornerons pour le moment à signaler cette différence, sans chercher à l'interpréter.

Mais il est un point sur lequel il convient, dès maintenant, d'insister : jusqu'à présent (1), pour mettre en évidence l'influence de la taille sur le développement quantitatif de l'encéphale, on faisait simplement le quotient du poids du corps par le poids de l'encéphale ; on obtenait ainsi une échelle de valeurs prodigieusement étendue et qui ne laissait entrevoir qu'une chose, la divergence énorme qui existe entre la progression du soma et celle de l'encéphale. En établissant ce rapport pour les groupes extrêmes de la statistique de M. Richet, par exemple, on aurait dit : l'encéphale est au poids du corps comme 1 est à 31, chez les petits chiens, et comme 1 est à 355 chez les grands. Au moyen de la relation exponentielle indiquée précédemment, le phénomène nous apparaît dans cette harmonieuse régularité qui assure que la loi en est exactement saisie.

de son laboratoire. Or, on sait que le développement quantitatif de l'encéphale est très précoce.

1. Pour le cas particulier, consulter *l'Anatomie descrip. du chien* par Ellenberger et Baum (traduction Deniker) p: 473.

CHAPITRE II

La physiologie s'accorde avec l'anatomie pour nous montrer dans l'encéphale bien plutôt une réunion d'organes divers qu'un organe simple et homogène ; et il peut sembler assez arbitraire de confondre dans une même formule de variation des parties aussi différentes que le sont, au point de vue morphologique aussi bien qu'au point de vue fonctionnel, le bulbe et le cervelet, par exemple. Il y a donc lieu d'analyser cet ensemble complexe qu'on appelle l'encéphale, et d'essayer de déterminer la part qui revient à chacune des parties intégrantes dans la variation du tout.¹

Reconnaissons, tout de suite, qu'une telle analyse ne saurait être faite, par la méthode des pesées, que d'une façon extrêmement grossière : toute prétention à la précision de détail serait ici, absolument illusoire.

Nous nous sommes donc contentés de diviser en trois segments les 42 encéphales que nous avons recueillis à cet effet. Comme nous avons eu la précaution de les durcir dans une solution de formol à 2 0/0, nous avons pu faire des incisions rigoureusement repérées, ce qui est

difficile sur les pièces fraîches à cause de leur mollesse et de leur friabilité.

Une première coupe sagittale divisait l'encéphale en deux ; et en partant de la surface de section ainsi obtenue, on séparait l'hémisphère et le cervelet en des points bien déterminés. Le reste de l'encéphale que nous nommerons *isthme* pour abrégé, comprenait les tubercles quadrijumeaux, les pédoncules cérébraux, la protubérance et le bulbe jusqu'à la naissance de la première paire cervicale (c'est là une limite tout artificielle, mais qui a l'avantage d'être anatomique. M. Richet conservait environ 1 centimètre de moelle).

Ces divers segments ayant séjourné dans la solution de formol pendant un temps suffisamment long pour que l'imbibition pût être considérée comme uniforme, ont été pesés et ont ainsi fourni une série de chiffres comparables.

Voici nos résultats résumés en un tableau : dans les colonnes intitulées ; *hémisphère*, *cervelet*, *isthme*, nous donnons le quotient de la moyenne du poids de ces organes (exprimé en grammes) dans le groupe par la racine quatrième du poids moyen du corps (exprimé en kilogrammes) dans ce même groupe.

Nombre de sujets	Poids moyen des corps	Hémisphère	Cervelet	Isthme
6	4.22	22.7	2.52	1.96
6	7.02	22.3	2.40	2.01
6	10.01	23.6	2.65	2.14
5	13.00	22.4	2.58	2.05
5	17.05	23.1	2.63	2.19
6	24.02	22.3	2.65	2.21
8	36.07	22.8	2.56	2.16

Ainsi, sauf quelques légers écarts accidentels, la loi de proportionnalité trouvée pour l'encéphale entier, s'applique également bien aux hémisphères et au cervelet. Il n'en va pas tout à fait de même pour l'isthme. Ici, nous observons une progression faible, mais manifeste, du rapport à la racine quatrième du poids du corps. En d'autres termes, cet ensemble de parties croît un peu trop rapidement pour la loi. Cela tient, nous paraît-il, à ce que dans cet ensemble, il intervient pour une proportion notable des parties presque exclusivement conductrices, les pédoncules, qui eux doivent pour des raisons géométriques varier suivant une puissance plus élevée.

Dans un instant, en nous occupant de la moelle, nous allons avoir à revenir sur les considérations qui permettent d'attribuer à la longueur relative des éléments conducteurs une large part dans les variations pondérales des organes où ils prédominent ; aussi n'y insisterons-nous pas actuellement.

D'ailleurs il entre dans le segment que nous appelons *isthme* une portion proprement médullaire qui, comme nous le verrons, doit produire des perturbations précisément de l'ordre de celles que nous observons. Il est probable que les écarts que nous avons constatés eussent été sensiblement plus faibles, tout en restant systématiques, si nous avions sectionné le bulbe au niveau du bec du *calamus scriptorius*.

Toutefois, en mettant de côté cette divergence légère et facile à expliquer, on voit que les diverses parties de l'encéphale varient suivant une seule et même loi.

On peut remarquer de plus que les conclusions que

nous avons fondées, au chapitre précédent, sur la série de M. Richet se trouvent être vérifiées et confirmées par cette série personnelle. (Seule, la constance des rapports est significative, car la grandeur absolue des chiffres dépend de la façon dont le calcul est posé).

La pesée et la mensuration des diverses parties constitutives de l'encéphale nous a révélé un autre fait qui, au début de ces recherches, nous avait même exclusivement frappés : c'est que, ces diverses parties ne représentent pas une fraction invariable de l'encéphale d'un sujet à un autre ; notamment les hémisphères ne sont pas au reste de l'encéphale dans une proportion constante.

Cela est vrai quand la comparaison ne porte que sur quelques cas isolés ; ces différences sont, pour la majeure part, réelles ; mais tiennent peut-être aussi, dans une certaine limite, à ce que, l'emplacement des coupes ne saurait être, quoiqu'on fasse, absolument identique. Toujours est-il que ce sont là des différences purement individuelles, qui, on a pu s'en convaincre, disparaissent en s'annulant les unes par les autres dans une série suffisamment nombreuse ; si bien que le phénomène général — véritable objet de science, — reste seul manifeste.

CHAPITRE III

La préoccupation constante de trouver l'explication des différences intellectuelles dans les fluctuations pondérales des centres nerveux a fait négliger presque complètement les recherches de ce genre sur la moelle épinière. Cette étude présente, pourtant, à tout point de vue, un intérêt considérable. Car le développement de la moelle, bien qu'étant principalement lié au degré de complexité des réflexes et à la taille de l'animal, est aussi solidaire du développement encéphalique dans la proportion où ce dernier dépend du degré d'évolution psychique du sujet. D'une façon générale, il semble qu'à mesure qu'on s'élève dans la série des vertébrés, des fonctions d'abord exclusivement médullaires tendent à se localiser dans le cerveau postérieur, puis dans le cerveau moyen, et, finalement, à émigrer dans les hémisphères.

L'anatomie comparée avait déjà fourni sur cette substitution quelques indications heureusement relevées par M. Manouvrier. Les expériences de Steiner (1), sur les

1. *Die Functionen des Centralnervensystems und ihre Phylogenese*, 1887-88. — Steiner enlève à un squalé toute la portion cépha-

vertébrés inférieurs, ont pleinement confirmé ces présomptions en montrant que la céphalisation fonctionnelle du névraxe suit pas à pas sa céphalisation anatomique. On savait, d'ailleurs, depuis longtemps, qu'une lésion hémisphérique est loin de produire des troubles du mouvement d'une égale gravité dans les divers ordres de mammifères; chez le chien et chez l'homme, par exemple (1). Cette mutuelle dépendance des centres encéphaliques et médullaires mérite d'être prise en sérieuse considération dans toute comparaison du névraxe d'espèce à espèce.

Au contraire, dans une espèce donnée, on a toute raison de croire que le développement de la moelle est uniquement influencé par la taille de l'individu: les fibres longues, ascendantes ou descendantes, (centripètes ou centrifuges) devant aussi bien que les autres éléments médullaires varier proportionnellement à l'extension de la périphérie sensitive et motrice.

lique du névraxe; l'animal dont le système nerveux central est réduit à la moelle épinière fait dans l'aquarium les mêmes locomotions qu'un animal sain. Steiner conclut: « Comme le squalé est un des vertébrés les plus simples, nous sommes contraints de prendre cette fonction de locomotilité de la moelle épinière pour une fonction primitive qui se perd peu à peu dans la série ascendante des vertébrés et y est remplacée par les simples réflexes ». (C. R. S. de B. 1888 p. 569). On trouvera la description des faits du même ordre antérieurement connus dans les *Leçons sur la Phys. et l'anat. comp.* par H. Milne-Edwards. T. XIII p. 161 à 231.

1. Pour l'exposé des symptômes, consulter: François-Franck. *Leçons sur les fonctions motrices du cerveau*, 1887. Vingt-septième leçon: Lésions destructives localisées du cerveau. Troubles du mouvement qui en résultent chez l'homme et chez les animaux.

Nous avons cherché à saisir ce rapport entre l'accroissement de la moelle et l'accroissement du corps en procédant comme dans le cas des variations de l'encéphale.

Il nous a fallu, d'abord, réunir les documents nécessaires pour cette étude, car les chiffres des auteurs ne pouvaient nous être d'aucun secours. Leuret (1) et Chauveau (2) ont donné chacun une détermination du poids de la moelle chez le chien mais sans indiquer le poids du corps; Colin (3) a bien établi une statistique étendue où il mentionne le poids du corps en regard de celui de la moelle, mais il a omis de fournir la longueur de l'un et de l'autre; or nous allons voir que c'est là une donnée d'une importance capitale.

Nous avons, donc extrait la moelle épinière sur une série de chiens sacrifiés au laboratoire pour diverses expériences. C'est là une opération assez laborieuse, car le rachitome qui est d'un usage si précieux chez l'homme ne peut, pour ainsi dire, pas servir chez le chien, à cause de l'irrégularité de la colonne spinale, et c'est avec les pinces que l'on doit faire sauter l'arc supérieur (postérieur) des vertèbres.

Pour chaque animal, nous avons noté le poids du corps, le sexe, la longueur mesurée du bout du nez à la naissance de la queue. La moelle était sectionnée au niveau de l'origine de la première paire cervicale; elle était entièrement dépouillée de ses méninges; toutes les racines et la queue de cheval étaient coupées; la moelle ainsi pré-

1. *Anatomie comp. du système nerv.* 1899, t. I, p. 432.

2. *Traité d'anat comp. des animaux domestiques*, p. 741,

3. *Traité de physiol comp. des animaux*. T. I.

parée était pesée, et sa longueur mesurée, le filum terminale n'entrant pas dans cette mesure.

Voici les résultats de nos déterminations qui ont porté sur 26 sujets:

Poids du corps	Poids de l'encéphale	Poids de la moelle	Longueur de la moelle	Longueur du corps	Sexe
3.460	61.5	8	34	57	M.
3.900	75	8	33	50	F.
4.800	61.5	8.5	37	60	M.
6.100	72	12	38	63	M.
6.500	63	8.5	40	63	M.
7.000	59.5	10	33	57	M.
7.700	76.5	12	43	74	M.
9.500	81	13	46	73	M.
10.000	78	12.8	43	75	M.
11.000	87.5	16.5	49.5	83	M.
13.000	85	17.5	50	94	F.
13.800	78.5	16	47	82	M.
14.000	80	18	54	91	M.
16.500	94.5	20.5	53	91	M.
16.800	90	17	54	96	F.
22.500	89	19.8	60	109	M.
23.000	95	25	52.5	98	M.
23.000	92.5	23	61	108	F.
23.500	92	24.5	64	110	F.
23.700	95	21	54	101	M.
27.500	105.5	27	62	113	F.
34.000	105	29.5	67	119	F.
35.000	108	27	63	102	M.
36.500	109	25.3	62.5	116	M.
37.500	103	25	74	114	F.
51.000	101	21.5	65	120	F.

On ne doit pas tenir compte du dernier sujet de la série précédente, parce que le poids de ce chien tout à fait obèse était manifestement, en raison de la surcharge graisseuse, une mesure très erronée de la masse physiologique de son corps.

Divisons les 25 sujets restants en quatre groupes, d'après les lacunes les plus marquées dans l'échelle des poids. Les moyennes pour chacun des groupes sont les suivantes :

Poids du corps	Longueur du corps	Poids de l'encéphale	Poids de la moelle	Longueur de la moelle	Nombre de sujets
Kilogr.	millim.	gr.	gr.	millim.	
5.630	605	67	9.6	368	7
12.070	860	84.3	16.4	492	8
23.900	1048	94.8	23.4	590	6
35.600	1130	106.2	26.7	610	4

On voit que le poids de la moelle par rapport au poids du corps va croissant à mesure que la taille s'élève ; le poids de moelle, en grammes, par kilogramme du corps donne les valeurs suivantes dans chacun des 4 groupes en allant des petits aux gros chiens : 1 gr. 80, 1 gr. 30, 0 gr. 99, 0 gr. 88 (1).

1. Le poids relatif de la moelle étant en raison inverse du poids du corps, on ne peut pas, croyons-nous attribuer de valeur démonstrative aux raisonnements tels que celui-ci. « La moelle est peu développée chez l'homme relativement à la masse de l'appareil locomoteur. Chez le chat, par exemple, la moelle pèse environ 8 grammes, elle pèse 27 grammes, chez l'homme ; le chat possède donc, par rapport à sa masse, beaucoup plus de moelle épinière que l'homme » (Manouvrier, *Dict. de Physiol.* p. 705).

Au contraire, le rapport de la longueur de la moëlle à la longueur du corps varie peu : ce rapport offre dans nos 4 groupes les valeurs suivantes : 0,59, 0,57, 0,56, 0, 59.

En cherchant, par analogie avec ce qui a été établi pour l'encéphale, un rapport constant entre le poids de la moëlle et une puissance x du poids du corps P , nous avons constaté qu'on ne pouvait établir d'une façon tout à fait satisfaisante une loi de ce genre ; la puissance de P qui répond le mieux à la question est $P^{\frac{1}{2}}$; le rapport du poids de la moëlle à $P^{\frac{1}{2}}$ prend dans les 4 groupes, toujours en allant des petits aux grands chiens, les valeurs suivantes ; 4,0, 4,5, 4,8, 4,5 ; c'est-à-dire que ce rapport est manifestement plus faible dans le groupe des plus petits chiens.

Nous avons pensé alors que l'élément *longueur* devait intervenir dans le poids de la moëlle d'une façon purement géométrique : un chien long et mince ayant une moëlle plus longue qu'un chien gros et court de même poids, cette moëlle peut être plus lourde pour cette seule raison. Les variations individuelles s'opposant à ce qu'on fasse la comparaison entre deux sujets, nous avons calculé pour chacun de nos groupes le rapport du poids moyen au cube de la longueur moyenne du corps ; nous obtenons les valeurs suivantes : 26, 20,4, 20,8, 23. Ces chiffres démontrent que la forme du corps n'est pas semblable dans les différents groupes, et nous voyons que le groupe des petits chiens, qui a, par rapport à la longueur, le plus fort poids corporel, est celui qui donne, dans le calcul précédent, le plus faible rapport pour le

poids de la moelle, ce qui est conforme à la supposition que ce poids est, pour une part, fonction de la longueur.

La série qui vient de nous servir est un peu courte pour examiner de plus près ces relations.

Nous avons extrait, en outre des sujets de cette série, les moelles de 10 autres chiens ; les moelles avaient été pesées avec leurs enveloppes : nous avons reconnu par la suite que le poids des méninges est fort irrégulier, d'où la nécessité pour toute comparaison de peser la moelle bien dépouillée ; ces premiers chiffres avaient donc été rejetés. Mais toutes les moelles ayant été conservées dans du formol à 2 p. 100, pendant un temps assez long pour que l'imbibition pût être considérée comme uniforme, nous avons pensé qu'il était possible de constituer une série en pesant à nouveau toutes les moelles également dépouillées dans des conditions artificielles, ne donnant pas le poids à l'état frais, mais donnant des poids comparables.

Des chiffres ainsi fournis par 36 sujets, nous avons formé 7 groupes ; voici les chiffres obtenus :

Nombre de sujets	Poids moyen	Longueur moyenne	Poids de la moelle	Longueur de la moelle
4	4.215	55.5	10.37	35.1
6	6.716	68.1	14.40	39.7
5	9.880	77.4	17.60	44.2
4	12.450	87.5	21.00	48.0
4	15.580	93.5	23.70	52.5
6	23.450	102.6	27.66	57.1
7	36.250	119.7	34.20	64.9

Mettons en deux colonnes côte à côte les rapports du

poids moyen de la moëlle à la racine carrée du poids moyen du corps et les rapports du poids moyen du corps au cube de la longueur moyenne.

m	P
$P \frac{1}{2}$	L^3
5	25
5.5	21.3
5.5	21.5
6.0	18.5
6.1	19.1
5.7	21.7
5.6	21.2

Nous obtenons ainsi deux courbes aussi exactement symétriques qu'il était possible de les obtenir avec une série de cet ordre.

Le poids de la moëlle est donc fonction à la fois de la masse et de la longueur du corps.

Mais cet élément longueur n'a évidemment pas une signification physiologique comparable à la signification d'une dimension quelconque de l'encéphale, et se rapporte essentiellement à une fonction de conduction. Nous pouvons en faire abstraction en divisant le poids de la moëlle par sa longueur; nous obtiendrons ainsi la *section moyenne* de la moëlle, c'est-à-dire, si on veut nous permettre cette image, la grandeur du canal par lequel s'établissent les communications entre l'encéphale et le corps. Cette conception a le tort de ne pas tenir compte de la moëlle considérée comme centre. Mais, si grossière que soit cette approximation de la mesure physiologique de l'organe, elle nous paraît encore meilleure que le

poids lui-même. Voyons ce que devient dans chacun des 7 groupes précédents le rapport de la section moyenne calculée comme nous venons de le dire à la racine quatrième du poids du corps. Ecrivons parallèlement le rapport de la longueur de la moelle à la longueur du corps et le rapport qui nous occupe.

63.2	2.00
58.3	2.22
57.1	2.24
54.9	2.33
56.1	2.28
55.8	2.20
54.2	2.15

Le rapport n'est pas constant, et la variation présente toujours la même forme. Néanmoins les écarts ne sont pas très considérables, et l'on peut dire approximativement que la section de la moelle croît comme la racine quatrième du poids du corps.

Nous avons utilisé notre série de névraxes pesés à l'état frais pour étudier un autre rapport auquel les auteurs, et notamment Leuret, Chauveau, Darschkewitsch (1) ont attribué une haute signification : le rapport du poids de la moelle au poids de l'encéphale. En faisant ce calcul pour chacun de nos quatre groupes, on obtient des valeurs de 6, 9; 5, 1; 4; 3, 9. Le rapport n'est donc pas constant dans une espèce donnée : ce qui lui enlève une partie de

1. La sphère intellectuelle de la femme. *Quest. de philos. et de psych.* Vol. VI, 95, p. 1-19 (en russe).

son importance. Ce résultat apparaissait, d'ailleurs comme une conséquence nécessaire, dès lors que nous avons établi que le poids de la moelle croît plus vite que le poids de l'encéphale, quand la taille de l'animal augmente.

CHAPITRE IV

En comparant entre eux des encéphales de chiens adultes de différentes tailles, on remarque qu'ils sont loin de présenter tous une seule et même forme. Si l'on rapproche, en particulier, un encéphale de grand chien d'un encéphale de petit chien, on voit se dessiner deux types morphologiques bien tranchés qu'il est impossible de confondre pour peu qu'on les ait attentivement observés. L'encéphale du petit chien est arrondi en tout sens et présente lorsqu'il repose sur un plan par ses lobes pyriformes un aspect bombé tout à fait caractéristique ; chez le grand chien au contraire, cet organe est fortement allongé d'avant en arrière, et comme aplati de haut en bas ; de plus la région frontale offre une dépression transversale brusque produisant sur les contours de la *norma verticalis* une encoche qui n'existe pas chez les sujets plus petits. Le cerveau d'un chien de poids moyen a généralement une forme intermédiaire entre celles que nous venons de décrire. On aura une idée nette du phénomène, si l'on veut bien jeter les yeux sur la planche qui se trouve annexée à la fin de ce travail. Cette planche reproduit trois demi-encéphales, profil et

norma verticalis, d'un petit chien, d'un chien moyen et d'un grand chien (1).

Quant à la marche de ce changement de forme, on peut la suivre assez facilement pour le cerveau avec quelques mesures simples et des calculs d'indices.

Nos observations ont porté sur 50 encéphales durcis dans une solution de formol à 2 p. 0/0.

L'encéphale frais a, en effet, une consistance si peu ferme qu'il s'affaisse sous son propre poids ; cet effet est pourtant bien moins marqué que chez l'homme à cause de la différence de masse des organes : il introduirait néanmoins une cause d'erreur appréciable dans les mensurations. Nous croyons avoir évité cette déformation en fixant les cerveaux immergés dans une solution de formol qui a presque même poids spécifique que la substance cérébrale ; de plus, les cerveaux étaient placés sur une épaisse couche d'ouate.

Nous avons pris, au compas glissière de Broca, les dimensions maxima des deux hémisphères ayant gardé leurs connexions naturelles, suivant trois axes orientés par rapport au plan de sustentation du cerveau reposant sur sa face inférieure. Le lobe olfactif n'a pas été compté.

Ces mensurations, ordonnées suivant les poids des sujets et divisées en 7 groupes pour chacun desquels on a calculé les moyennes, donnent le tableau suivant :

1. On peut constater sur la même planche un autre phénomène remarquable, à savoir que le cervelet est d'autant plus recouvert par le lobe occipital que l'on a affaire à des encéphales plus volumineux.

NOMBRE des sujets.	POIDS		DIAMÈTRES		
	du corps.	de l'encéphale (1).	antéro- postér.	transverse.	vertical.
6	4.230	64	60	54.5	42.2
6	7.200	69	65.1	56.0	43.0
5	10.000	82.5	68.6	58.4	45.7
6	12.710	83.5	71	57.6	44.0
5	17.460	91.7	76.1	60.7	44.8
10	25.120	96.3	77.7	60.1	45.7
9	37.333	111	83.3	65.1	46.8

Les indices calculés sur ces moyennes donnent le tableau suivant :

100 TRANSV.	100 VERT.	100 VERT.
A. P.	A. P.	Transv.
90	70	77
86	66	77
85	66	78
81	62	76
79	59	74
78	58	76
78	56	72

L'indice horizontal, celui qui correspondrait à la notion de brachycéphalie ou de dolichocéphalie pour le crâne, s'abaisse régulièrement, excepté entre les deux derniers groupes où il n'y a plus de changement ; l'indice *hauteur-longueur* décroît régulièrement ; l'indice *hauteur-largeur* ne présente que des variations accidentelles, sauf pour le dernier groupe où il décroît sensiblement.

1. Poids de l'encéphale pesé frais. Nous avons éliminé 3 sujets, Deux fournissant des chiffres aberrants ; un chien de 6 k. avec un encéphale de 87 grammes et un de 9 k. 500 avec un encéphale de 97 grammes. Nous reviendrons, tout à l'heure, sur le troisième.

Mettons provisoirement de côté ce dernier groupe. La série nous indique une variation systématique de la forme en fonction de la grandeur du chien, et en fonction de cette grandeur seule ; c'est-à-dire que les caractères de races (1) comme les variations individuelles disparaissent par l'emploi des moyennes ; nous n'avons pas noté la race, parce que le plus souvent, chez nos chiens provenant de la fourrière, la race serait impossible à définir : mais chaque groupe contient des races diverses, et que ces races soient métissées ou qu'elles soient représentées par des types purs, le seul élément caractéristique des groupes est la masse du corps.

Il est à noter d'ailleurs que les indices individuels, dont on trouvera plus loin le tableau complet, ne présentent nullement des écarts tels que les moyennes deviennent des valeurs fictives ; tous les petits chiens sont réellement plus ou moins brachycéphales, les gros, plus ou moins mésaticéphales ou dolichocéphales ; ainsi, pour l'indice horizontal, les extrêmes du premier groupe sont 86 et 94 ; ceux du second groupe, 81 et 90, etc. L'aspect si différent des têtes des diverses races tient aux variations de la face (2) et non aux variations de la cavité cra-

1. G. Willer, a mentionné la différence de forme du cerveau chez les diverses races de chiens. *Cerebral variation in domestic Dogs, and its bearing upon scientific phrenology*. (American assoc. adv. of science, 1873).

2. D'après Ellenberger et Baum, (ouvrage cité, p. 80), la longueur de la face représente à peu près le $\frac{2}{3}$ de la longueur du crâne, chez les races dolichocéphales ; et seulement $\frac{1}{3}$ de la longueur du crâne, chez les races brachycéphales.

nienne ; celle-ci est indépendante de l'aspect de la tête ou bien est influencée parfois dans un sens tout différent. Ainsi un petit chien boule-dogue, à tête ronde, à face écrasée, avait au contraire un cerveau bien plus dolichocéphale que les animaux de poids voisin ; en examinant le cerveau en place, il est facile de voir que, dans ce cas, on a affaire à une compression latérale du crâne par la masse des muscles temporaux. Nous n'avons pas fait rentrer ce sujet dans notre série, puisqu'il est aberrant à ce point de vue de la forme ; c'est le seul que nous ayons éliminé pour cette raison, et nous avons cru d'autant mieux pouvoir le faire que les animaux de ce type se rattachent en somme à des variations tératologiques.

Pour le dernier groupe, au contraire, nous avons affaire exclusivement à des animaux d'une seule et même race ; tous les chiens de plus de 34 kilogrammes qui nous sont tombés entre les mains pouvaient être qualifiés : *chiens de montagne* ; ici, par rapport aux groupes de poids inférieur, l'accroissement du cerveau s'est fait dans le sens transversal autant que dans le sens longitudinal, tandis que, dans le reste de la série, l'accroissement portait d'une façon prédominante sur le diamètre antéro-postérieur. Nous ne pouvons pas dire si ce n'est qu'un caractère de race, c'est-à-dire, en somme, un caractère individuel, contingent ; il faudrait des spécimens de chiens de poids analogue et de race différente, pour reconnaître si nous avons affaire, en passant des chiens moyens aux très gros chiens, à une loi différente de celle qu'on observe entre ces chiens moyens et les petits chiens.

Notre attention s'est aussi portée sur la disposition des circonvolutions.

En dessinant d'une façon schématique un certain nombre de cerveaux de différentes grandeurs nous avons pu noter une grande variété dans le détail des plis; mais il nous a semblé, que toutes ces particularités ne modifiaient pas sensiblement la configuration générale de l'écorce et étaient, en somme, insignifiantes. Surtout, elles paraissent indépendantes du volume du cerveau, si ce n'est que les plus gros cerveaux présentent une ébauche de plissement transversal des circonvolutions bien manifeste (1). Ce dernier fait est très intéressant. On ne saurait admettre que le plissement de l'écorce cérébrale est dû à une cause mécanique, à la rigidité de la boîte crânienne s'opposant au libre développement du cerveau. Cette théorie a toujours été très improbable; mais on peut dire que les récentes expériences de B. Danilewsky (2) lui ont porté le dernier coup. Nous verrons au

1. Ce détail avait déjà été relevé par Leuret; ouvrage cité T. I, p. 377 : J'ai comparé entre eux, dit-il, beaucoup de cerveaux de chiens appartenant à des espèces différentes; chez tous, j'ai trouvé le même type, les mêmes circonvolutions, je n'ai vu de différence que dans le nombre de dépressions et l'étendue des ondulations; cette différence correspond au volume du cerveau : les plus gros cerveaux l'emportent en cela sur les plus petits.

2. Expériences sur les relations entre le développement du crâne et des circonvolutions du cerveau. *Bul. Soc. de Biologie* 1897, p. 667. Danilewsky ayant résequé une portion du crâne d'un seul côté chez de jeunes chiens, vit en faisant l'autopsie des animaux quelques mois après, que les circonvolutions étaient plus faiblement dé-

chap. VI la raison physiologique de cette exagération de la gyrencéphalie pour les gros cerveaux.

veloppées (et même réduites en nombre) et la surface du cerveau plus aplatie du côté opéré que du côté symétrique normal.

CHAPITRE V

Depuis que l'on connaît la dignité physiologique différente des substances nerveuses grise et blanche, on a toujours cherché un moyen d'apprécier leur proportion relative dans les cerveaux que l'on voulait comparer. De nombreux essais ont été faits en sens divers pour atteindre ce but ; mais aucun, à notre avis, n'a répondu d'une façon entièrement satisfaisante au desideratum. Regarderait-on comme résolu avec plein succès le problème posé dans les termes précédents, encore devrait-on convenir que le véritable rapport, en cause sous cette distinction de grosse anatomie, n'est qu'insuffisamment précisé. En réalité, ce qui importe, c'est d'arriver à évaluer la part qui revient aux éléments conducteurs et la part qui revient aux éléments cellulaires dans un cerveau donné. Or, tous les procédés qui ont été proposés jusqu'à ce jour ne permettent d'effectuer cette détermination que d'une manière assez indirecte.

Les premières recherches que l'on puisse rapporter à cet ordre d'investigations sont celles de Baillarger (1).

1. *Recherches sur les maladies mentales et sur quelques points*

C'est uniquement la surface des hémisphères que cherchait à calculer Baillarger, et dans ce but, il institua une méthode géométrique qui consiste, en résumé, à déplisser les circonvolutions en enlevant, autant que possible, la substance blanche sous-jacente, puis à prendre un moulage en plâtre de l'écorce déployée. On applique alors sur ce moulage un tissu souple que l'on recouvre de terre glaise pour permettre une adaptation exacte ; la dimension du tissu employé mesurée mathématiquement indique la superficie de l'écorce cérébrale.

Récemment le Dr Armand Paulier (1) a perfectionné le procédé de Baillarger, en substituant la paraffine au plâtre pour le moulage des circonvolutions et en prenant un contre-moulage en gélatine glycinée qu'il colle sur une feuille d'étain dont il suffit de connaître le poids pour obtenir la surface. D'autres anatomistes, Rudolphe et Hermann Wagner, Vogt et Janssen, ainsi que l'a rappelé le Dr Paulier, se sont contentés d'appliquer directement des feuilles de métal sur les circonvolutions ; Calori, Wagner et Janssen ont essayé de calculer la valeur des replis du cerveau en multipliant la longueur du sillon qui sépare chaque circonvolution par sa profondeur

d'anatomie et de physiologie du système nerveux. Paris 1853, pages 47 à 58.

1. Sur la notion de surface en Anatomie 1892 ; et précédemment : Note sur un procédé permettant de calculer la surface des organes en général et la surface du cerveau en particulier : *Mem. Soc. Biologie*, 1891, p. 133 à 141.

et en doublant le produit obtenu. Ces divers moyens remplissent une indication qui n'est pas absolument celle que nous poursuivons, attendu qu'ils ne peuvent s'appliquer à la détermination du développement des noyaux gris centraux; les méthodes suivantes réalisent, au contraire, cette condition. Bornons-nous à signaler le procédé photographique imaginé par G. Cirincione (1) qui ne paraît pas suffisamment pratique, et dont la précision est, du reste, douteuse; et arrivons enfin aux recherches de Bourgouin et de Danilewsky qui méritent d'attirer toute notre attention.

Bourgouin (2) ayant déterminé la proportion d'eau contenue dans les deux substances grise et blanche de 7 cerveaux a trouvé que la première contenait de 82, 25 à 84, 74 d'eau pour 100; et la seconde de 72, 93 à 73, 85 seulement.

Or, d'après le même auteur, un cerveau humain du poids moyen de 1232 grammes contient dans son ensemble 79/100 d'eau. En établissant sur ces données une équation à deux inconnues dont les solutions indiquent la quantité respective de chacune des substances grise et blanche, on obtient, suivant Bourgouin, un rapport de 58 à 42/100. Au lieu de considérer l'écart entre le poids frais et le poids sec, Danilewsky (3) a tiré parti de la différence de poids spécifique entre la substance blanche et la substance grise. Son procédé, pour donner des résul-

1. *Methodo per determinare il peso e la estensione della sostanza grigia e bianca del cervello*. Rif. med. 1894, T. III, p. 399.

2. *Journ. de Pharmacie* 1866, et in Desprez. *Essai sur la composition chimique du cerveau*. Paris, 1867.

3. *Die quantitativen Bestimmungen der grauen und weissen substanzen im Gehirn von Dr B. Danilewsky*. *Centralblatt f. die med. Wissenschaften* 1880 n° 14 (Article original).

tats précis, exige qu'on prenne certaines précautions dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer ; notons simplement que Danilewsky a vu ce rapport varier chez le chien entre 56,7 à 43,3 et l'égalité. Ces deux derniers procédés ont une valeur incontestable ; ce sont, assurément, les meilleurs qui aient été décrits. On peut, cependant leur reprocher de n'être pas suffisamment physiologiques, en ce sens qu'ils reposent sur des données qui n'ont pas de signification fonctionnelle propre et qui peuvent être grandement influencées par des circonstances tout accidentelles. C'est, nous semble-t-il, à la chimie, peut-être même à la microchimie (1), que l'on doit demander de nous révéler, entre les parties conductrices et centrales des neurones, quelque différence vraiment spécifique qui nous permette d'embrasser le problème dans toute son ampleur. M. Lapique a fait dans ce sens un certain nombre de recherches auxquelles il a bien voulu m'associer, et qui nous ont permis déjà de satisfaire ce desideratum moins incomplètement qu'on ne l'avait fait jusqu'alors.

L'on sait que, chez l'adulte, tous les prolongements cylindraxiles des neurones intra-centraux du système cérébro-spinal sont entourés d'une gaine de myéline, sauf au

1. R. Wlassack : *die Herkunft des Myelins (zur mikrochemie des Myelins 455 à 467) in Archiv f. Entwicklungsmechanik der Organismen* vol. VI fasc. 4 1898.

Je dois la connaissance de cet article, ainsi que de plusieurs autres de la littérature allemande, à la science bibliographique de mon ami, le Dr Victor Henri.

voisinage immédiat de leur origine et de leur terminaison (1). Les variations proportionnelles de cette myéline pourraient donc nous renseigner assez exactement sur la quantité relative de conducteurs qui se trouve dans un segment quelconque du névraxe. Tel est le principe de la méthode. Maintenant cette myéline est-elle suffisamment différenciée au point de vue chimique pour être facilement dosée? Nous abordons le côté technique de la question. Si l'on consulte des analyses un peu détaillées du tissu nerveux, celles de Pétrowsky (2), Thudichum (3), Baumstarck (4), on se convainc bientôt que ce mélange si complexe qu'on appelle la myéline est surtout caractérisé par la présence, sinon exclusive, du moins très prédominante de la cholestérine, de la cérébrine et de la lécithine (5).

1. Les fibres olfactives seules sont complètement dépourvues de myéline dans tout leur trajet.

2. *Arch. f. Physiol.*, t. VII.

3. *A Treatise on the chemical constitution of the Brain, based throughout upon original researches by J. Thudichum*, London, 1884.

4. *Zeitsch. f. physiol. Chem.*, t. IX, 1885.

5. Petrowsky a trouvé près du double de lécithine dans la substance grise, mais ce résultat est en contradiction avec tout ce que nous savons par ailleurs. Par l'incinération, les cellules nerveuses laissent des cendres riches en phosphates alcalins et en chlorure de sodium ; leur réaction alcaline et non acide comme celle de la substance blanche, a une signification importante ; elle exclut forcément de la composition des cellules de la substance grise, la lécithine et la nucléine en quantité sensible, tandis qu'elles abondent dans la subs-

La première idée qui se présente à l'esprit est, donc, d'évaluer les variations quantitatives de la myéline par le dosage de l'un ou l'autre des principes constituants que nous venons d'énumérer. C'est ce que nous avons fait tout d'abord ; mais, après quelques séries de recherches, nous nous sommes arrêtés au procédé plus simple et en même temps, a-t-il semblé, plus significatif du dosage de l'extrait éthéré.

La myéline est, en effet, en majeure partie, soluble dans l'éther, si bien que la substance blanche fournit près de quatre fois autant d'extrait éthéré que la substance grise, ainsi qu'il résulte des analyses déjà anciennes de von Bibra (1).

Nous avons dit, plus haut, que Bourgouin avait trouvé une bien plus forte proportion d'eau dans la substance grise que dans la substance blanche. Ce fait avait déjà été vu par von Bibra ; il a été confirmé par Lhotelier, Weissbach, Petrowsky, Aitken, Bernhardi(2), Birckner (3),

tance blanche. [Cette indication est empruntée à Garnier (*Encyclop. Frémy*, t. IX, 2^e partie, 2^e fasc., p. 515) ainsi que la suivante (p. 539).] La subst. blanche contient 11 pr. 100 de lécithine : la subst. grise 2, 5 seulement. — D'après Gad et Heymans, les gouttelettes et filaments de myéline semblent formés de lécithine. C'est à la lécithine que la myéline doit sa biréfringence positive (Frédéricq. *Physiologie*, 1893, p. 355), etc.

1. *Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere*. Mannheim, Bassermann et Mathy, 1854 p. 109.

2. Beaunis. *Traité de Physiol.*, 1881, T. I, p. 507.

3. In Hoppe-Seyler, *Physiol. Chem.*

Thudichum, Halliburton(1), etc. Nous possédons, par conséquent, deux moyens connexes d'apprécier l'extension du tissu myélinisé. Mais la détermination de l'extrait éthéré donne, croyons-nous, sur la mesure que nous cherchons des renseignements beaucoup plus précis que la détermination du degré d'hydratation (2): car la proportion de myéline contenue dans les centres nerveux paraît bien moins contingente que la proportion d'eau. Cette dernière, en effet, dépend, pour une bonne part, du genre de mort de l'animal, du moment où sont recueillis les organes, du temps que l'on passe aux diverses manipulations qui précèdent la pesée du tissu frais, de la température et de l'état hygrométrique de l'air, etc. Pour la myéline, on ne voit au contraire que le degré d'embonpoint de l'animal qui puisse, chez l'adulte, avoir une influence perturbatrice. Mais von Bibra (3) qui s'est préoccupé de ce point, n'a pas constaté de diminution notable de la quantité d'extrait éthéré, chez les sujets amaigris et Voit (4), récemment, dans des expériences sur l'inanition, est arrivé à des conclusions analogues.

Nous espérons qu'on voudra bien nous excuser de nous

1. *Proteids of nervous tissues. Journ. of. Physiology*, 1894, p. 90 à 108.

2. Le procédé de Bourgouin a été utilisé par J. Forster [(*Ein Beitrag zur quantitativen Bestimmung des grauen und weissen Substanz in Menschlichen Gehirn*) *Beitrage zur Biologie. Festgabe für Th. W. v. Bischoff*, 1882, p. 19 à 25).]; et par C. De Regibus [(titre équivalent) *Atti della R. Acad. di Torino*, décembre 1884].

3. *Loc. cit.*, p. 34, deuxième conclusion.

4. *Zeitsch. f. Biol.*, 1891, XXX.

être appesanti aussi longuement sur des questions de pure méthodologie lorsqu'on aura vu jusqu'à quel point elles touchent de près le sujet général que nous traitons. Le chapitre suivant mettra en évidence cette relation.

CHAPITRE VI

Considérons deux cerveaux semblables, c'est-à-dire ne différant que par leurs volumes; en les assimilant à des polyèdres semblables, on peut se rendre compte, par des considérations géométriques élémentaires, que la surface n'est pas à la masse dans un rapport identique pour chacun d'eux (1). On sait, en effet, que, dans deux solides semblables, les masses sont entre elles comme les cubes des dimensions homologues, tandis que les surfaces sont, entre elles, comme les carrés de ces mêmes dimensions: ce qui revient à dire que la surface est en raison inverse de la masse. Il résulte de ce fait une conséquence importante au point de vue anatomique: c'est que la proportion de substance corticale doit diminuer en même temps que le volume du cerveau augmente à moins que l'écorce ne s'épaississe corrélativement, ce qui n'est pas (2). Et réci-

1. Cf. Baillarger (*loc. cit.*) et G. Jelgersma in *Morphol.-Jahrbuch*. Bd. 15, 1889 et in *Neurolog. Centralbl*, 1890.

2. Cette constance (topographique) de l'épaisseur de l'écorce dans une espèce donnée, et, d'une façon générale, le peu de variation que subit cette épaisseur, même dans des groupes zoologiques assez étendus, semblent tenir à deux causes: 1° à des raisons d'ordre, pour

proquement, la proportion de substance blanche doit augmenter dans les mêmes conditions, à moins que le développement des noyaux gris centraux ne compense cette inégalité : ce qui n'est pas, non plus. Evidemment cette augmentation de la quantité relative de substance blanche est due à l'allongement des fibres myélinisées. Or, autant qu'on en peut juger, le degré de longueur des parties conductrices n'a pas de relation avec la puissance fonctionnelle de l'organe qui paraît dépendre, *cæteris paribus* ; 1° du nombre des neurones ; 2° de la complexité de leurs connexions. Pourtant cette longueur des conducteurs influe sur le poids de l'organe. L'unité de poids n'a donc pas même valeur physiologique pour des cerveaux de différentes grandeurs.

On ne saurait, toutefois calculer, *a priori* un facteur de correction, car on n'a jamais affaire à deux cerveaux exactement semblables, même en se plaçant uniquement au point de vue géométrique. C'est ainsi que dans un ordre ou une famille donnée où les petites espèces ont le cerveau lisse, les grandes ont le cerveau circonvolué. Par exemple, (1) les rongeurs ont habituellement le cerveau lisse ; le plus grand d'entre eux, le cabiai, l'a plissé. Les ruminants ont le cerveau plissé ; le plus petit d'entre eux, le chevrotain de Java, l'a lisse. Les primates ont le cer-

ainsi dire, architectonique (Bevan-Lewis. *On the comparative structure of the cortex cerebri*. Brain, 1878, T. I, p. 79) ; 2° à des conditions de nutrition liée à l'irrigation sanguine (Henle et Flower, d'après Dubois, *loc. cit.*).

1. Topinard. *Le cerveau des mammitères* Rev. Scientif. 31 octobre, 1891.

veau très plissé ; un seul, le ouistiti, l'a lisse. Dans ce cas, encore, on reconnaît l'influence de la taille. (1). Ce plissement de l'écorce cérébrale permet un ajustement réciproque plus économique de la substance grise et de la substance blanche et réduit, dans une certaine mesure, l'écart que nous avons signalé.

Dans quelle mesure ? C'est ce que permet de déterminer le dosage de la myéline. M. Lapique a effectué ce dosage pour quatre espèces de mammifères : le chien, le mouton, le bœuf et l'homme. Grâce au durcissement préalable des encéphales dans une solution de formol à 2 0/0, les hémisphères étaient séparés par une section exactement repérée ; c'est uniquement sur eux qu'ont porté les analyses.

Un point pratiquement délicat, c'est la détermination du poids sec qui servira de base à l'analyse ; la dessiccation dans le vide est très longue ; d'autre part, la chaleur altère les principes à doser. Sur la matière desséchée à basse température, on peut, après un épuisement par l'éther, obtenir par l'acool chaud un extrait encore important ; l'action d'une température un peu supérieure à 100° fait progressivement augmenter la proportion des substances solubles dans l'éther, aux dépens de l'extrait alcoolique à provenir du résidu de l'épuisement.

En desséchant entre 70 et 80°, on a une altération de la matière, révélée par un brunissement assez accentué ; mais

1. Il y a pourtant des exceptions difficiles à interpréter. D'après Th. Chudzinski, un très petit lémurien, le loris grêle, n'a pas le cerveau lisse comme les autres singes de même taille. (Cité par Manouvrier).

les résultats du dosage ne sont pas sensiblement modifiés. C'est cette méthode qui a été adoptée par M. Lapique. La matière cérébrale desséchée à poids constant au-dessous de 80° est pulvérisée, puis soumise à l'action de l'éther dans un appareil de Soxhlet; l'épuisement est complet, en général, au bout de quatre fois vingt-quatre heures; l'extrait est desséché à 110° (ce qui le fait brunir davantage, mais n'altère pas sensiblement son poids) puis pesé.

M. Lapique a obtenu les proportions suivantes, en 0/0 du poids sec :

Chien	40
Mouton	38
Bœuf	47
Homme	45

Si nous comparons au bœuf, le chien, et surtout le mouton, qui est plus semblable, nous trouvons une augmentation notable de l'extrait éthéré, ce qui est conforme aux considérations géométriques exposées ci-dessus; lorsqu'on compare, d'ailleurs, l'aspect de ces cerveaux, sur des coupes faites suivant des plans diversement orientés, on voit une grande différence dans la proportion de substance blanche.

Mais passant du cerveau de bœuf (encéphale pesant 425 grammes), au cerveau de l'homme (encéphale pesant 1,540 grammes), au lieu de trouver une augmentation progressive, nous trouvons, au contraire, une diminution de la proportion d'extrait éthéré; c'est qu'en effet, chez l'homme, la couche corticale est plus épaisse, les ganglions cérébraux plus volumineux, les scissures plus

profondes, toutes conditions qui ont pour résultats de diminuer relativement la substance blanche.

Les indications fournies par la pesée de l'extrait éthéré semblent donc bien s'adapter à ce que nous pouvons concevoir de la valeur relative des cerveaux ; et il semble qu'il y a lieu de tenir compte d'une évaluation de ce genre pour toute appréciation comparative de la quantité dans l'encéphale d'espèce à espèce.

Nous nous sommes demandé si l'on observerait des variations du même ordre en comparant des encéphales de chiens adultes (1) de différents poids.

L'on ne pouvait répondre *a priori*, puisque la forme de cet organe et, jusqu'à un certain point, le degré de plissement de l'écorce cérébrale se modifient systématiquement avec la taille de l'animal.

Ayant trouvé sensiblement la même expression pour la relation des diverses parties constitutives de l'encéphale au poids du corps, nous avons fait porter nos analyses sur la totalité de l'encéphale, et nous avons évalué les variations proportionnelles de la myéline d'après les quantités de substance sèche et d'extrait éthéré obtenues dans chaque cas.

Nous croyons préférable de faire cette double détermination lorsqu'il s'agit, comme dans le cas actuel, de saisir des différences que l'on peut supposer assez faibles. Les données fournies par chacun des deux procédés en

1. Il est très important de n'opérer que sur des sujets adultes, car la richesse en myéline du cerveau augmente pendant toute la période de croissance de l'organisme (Schlossberger, *Annal. Chem.* LXXXVI).

se contrôlant réciproquement permettent de poser des conclusions plus fermes.

Voici la technique que nous avons suivie ; elle s'éloigne en plusieurs points de celle indiquée précédemment.

L'encéphale extrait de la boîte crânienne et dépouillé de ses enveloppes était aussitôt pesé. On le conservait dans une solution de formol à 2 0/0 ; ce qui permettait de l'utiliser, sans inconvénient, pour les études morphologiques et pour la détermination comparative du poids des divers segments.

Quand on voulait procéder à l'analyse, on commençait par hacher la masse encéphalique, puis on la plaçait à l'étuve à 37° où on la laissait environ huit jours. Elle était alors suffisamment desséchée pour être pulvérisée sans difficulté. On achevait la dessiccation dans le vide sec jusqu'à poids constant. Pour effectuer l'épuisement nous avons employé l'appareil de Dupré qui permet de maintenir la substance au contact des vapeurs d'éther bouillant aussi longtemps qu'on le désire. Il nous a semblé qu'au bout de cinq ou six jours on pouvait considérer l'épuisement comme complet. En renouvelant l'éther et en prolongeant l'opération pendant six autres jours comme nous l'avons fait pour une série, on obtient, il est vrai, encore quelques traces d'extrait ; mais nous croyons que, dans le cas particulier, il est assez inutile de pousser l'épuisement aussi loin. Car, ici, ce qui nous intéresse, ce n'est pas la quantité absolue d'extrait, mais les variations proportionnelles de cette quantité. Or, nous pensons qu'à ce point de vue nous avons obtenu des résultats satisfai-

sants ; car chaque série comprenait trois encéphales, un petit, un moyen et un gros.

Voici les valeurs (1) moyennes données par dix-huit opérations comme pour 100 de substance sèche rapportée au poids frais.

du corps	POIDS		Substance sèche p. 100 de l'encéphale frais	Nombre de de sujets
	de l'encéphale frais	de l'encéphale sec		
7.015	71.3	12.959	18.17	9
28.150	102.2	21.432	20.97	9

Soit une différence de 2,8 0/0 en plus pour le groupe des grands chiens.

Treize encéphales secs, épuisés par l'éther à 65° ont fourni les quantités suivantes d'extrait (desséché à l'étuve à 80 degrés pendant vingt-quatre heures).

1. Pour chacun des deux groupes, les chiffres individuels oscillent peu autour de la valeur moyenne que nous indiquons. Seul, un encéphale de petit chien (6 kilog. 500) nous a fourni une proportion de substance sèche absolument exceptionnelle (23,2 0/0). Mais il s'agit, dans ce cas d'un chien chloralosé, tué par décollation et dont l'encéphale fut pesé pour ainsi dire exsangue. Il n'a pas été compté. C'est, du reste, le n° 2 du tableau suivant, et l'on peut voir, que par sa teneur en myéline, il rentre tout à fait dans le groupe dont il fait partie.

N ^{os}	POIDS			Extrait éthéré	Observations
	du corps	de l'encéphale sec	de l'extrait éthéré	p. 100 de subst. sèche	
1	4.750	11.345	4.366	38.4	Moy. de 2 suj.
2	6.500	13.952	5.400	38.7	
3	7.000	13.272	4.948	37.2	
4	10.000	14.782	7.666	38.3	Moy. de 2 suj.
5	12.500	15.706	6.006	38.2	
6	16.000	17.560	7.152	40.7	
7	23.700	21.260	8.480	39.8	
8	34.000	20.870	8.608	41.4	Moy. de 2 suj.
9	35.000	21.065	8.595	40.8	
10	35.000	24.430	10.100	41.3	
Moyennes.					
	8.130	13.809	5.277	38.2	7 sujets.
	28.740	21.039	8.587	40.8	6 sujets.

Soit une différence de 2,6 p. 100 en plus pour les chiens au-dessus de 15 kilog. (1).

La série, pour laquelle l'épuisement a été de 12 jours comprenait les encéphales de 3 chiens qui pesaient 3 k. 460, 18 k. 500 et 25 k. 000. La quantité d'extrait éthéré obtenue a été respectivement de 40,1; 42,4; 43,8 p. 100 de la substance encéphalique desséchée.

Nous en concluons que l'encéphale, dans son accroissement corrélatif à la taille de l'animal ne conserve pas une même proportion de myéline et, partant, de conducteurs;

1. Le résidu des numéros 1, 5 et 9, a été épuisé pendant 5 heures par l'alcool à 95° bouillant. L'extrait obtenu, était desséché jusqu'à poids constant. Voici les résultats:

Pour le n° 1 le poids de l'extrait est 0 gr. 90 soit 80/0 de l'encéph. sec

— n° 5	—	1 gr. 64	— 100/0	—
— n° 9	—	2 gr. 30	— 150/0	—

ce qui modifie la valeur physiologique de l'unité de poids de cet organe quand on passe des petits aux grands chiens.

Une *partie* de cette différence doit, évidemment être attribuée à la progression relativement plus rapide du segment que nous avons appelé, *isthme*. Mais nous ne croyons pas que l'on puisse expliquer ainsi *toute* cette différence. Car nous avons constaté que les variations proportionnelles de la quantité d'extrait ne suivent pas les variations proportionnelles du poids de l'isthme d'une façon suffisamment parallèle pour légitimer cette interprétation. Néanmoins des analyses des hémisphères isolés seraient nécessaires pour acquérir une certitude sur ce point. Nous nous occupons, en ce moment, de dissiper les quelques doutes qui peuvent subsister à ce sujet.

Quoiqu'il en soit, la valeur de nos conclusions n'en saurait être atteinte, puisque celles-ci se bornent à constater un fait qui porte sa signification en lui-même.

Nous estimons qu'à l'heure actuelle cette réserve s'impose.

Dans l'ignorance presque totale où nous sommes encore du rôle de la myéline (1), il serait téméraire, sans doute, d'avancer que (toutes choses égales d'ailleurs) la plus ou moins grande richesse en myéline d'un cerveau n'a aucune importance pour son fonctionnement ; mais admettre la conception inverse, que la puissance et la dignité fonctionnelles d'un cerveau sont en raison directe de

1. Gad et Heymans : Ueber das Myelin, die myelinhaltigen, und myelinlosen Nervenfasern. *Arch. f. Anat. und Physiol.* 1890.

sa teneur en myéline, nous semble, pour le moins, entièrement arbitraire. C'est à cette conclusion, pourtant, que s'arrêta von Bibra, au terme d'une série de recherches consciencieuses sur la quantité d'extrait éthéré fournie par le cerveau d'un grand nombre de vertébrés. Aussi bien, selon lui (1), le cerveau de l'homme l'emporterait sur celui des mammifères inférieurs par sa teneur en graisses phosphorées (2); et, de même, le cerveau des mammifères sur celui des oiseaux. Cette signification hiérarchique de la proportion de graisses phosphorées fut acceptée avec enthousiasme par Moleschott qui la popularisa dans son ouvrage sur la *Circulation de la Vie* (3).

Que si, maintenant, à la lumière des faits que nous avons exposés dans le cours de ce chapitre, on cherche la véritable raison explicative de cette accumulation de graisse dans le cerveau des animaux supérieurs, on voit que, là encore, il s'agit simplement d'une résultante géométrique. Ayant un cerveau très volumineux, l'homme a, nécessairement, de ce fait, un cerveau riche en myéline; il n'y a là aucune relation causale avec sa suprématie intellectuelle. Bien au contraire, ainsi que nous l'avons montré, ce qui est frappant dans le cerveau de l'homme, c'est ce concours d'artifices grâce auxquels la plus grande réduction possible de la substance blanche est réalisée au

1. *Loc. cit.*, p. 34, 35. conclusions 4 et 5.

2. Graisses phosphorées, extrait éthéré, myéline sont ici, des termes équivalents. Nous ne nous occupons que des variations physiologiques.

3. T. II, p. 164, *De la traduction française* du Dr Cazelles).

profit de l'extension de la substance grise. Chez le bœuf, chez le cheval, ainsi qu'il résulte des analyses mêmes de von Bibra, la proportion de substance blanche est sensiblement plus forte, bien que le cerveau soit environ deux fois moins volumineux. Ce qui a induit en erreur von Bibra, c'est qu'il faisait la moyenne entre divers mammifères, la plupart de petit poids cérébral, pour les comparer à l'homme (1).

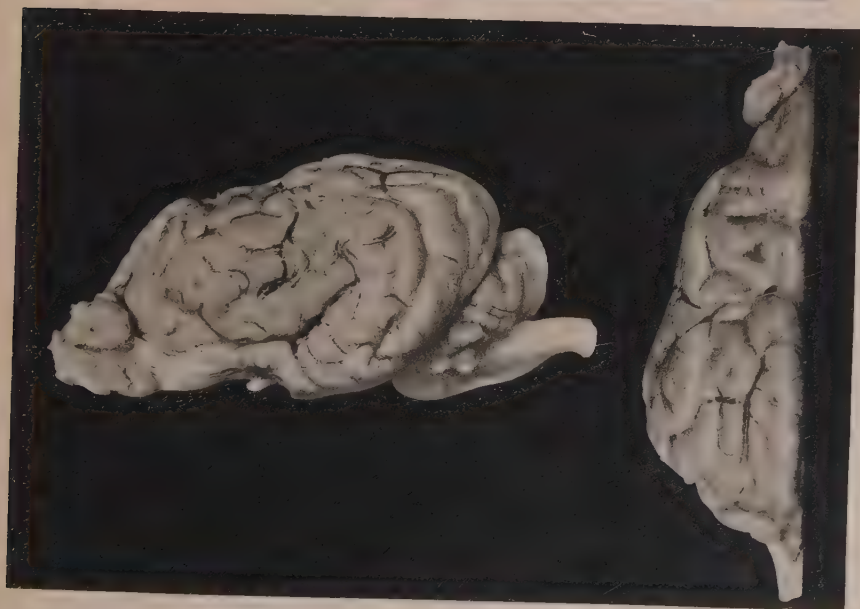
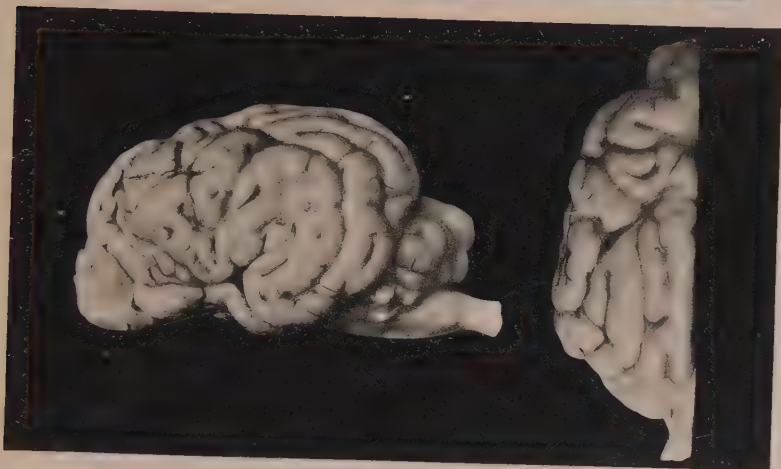
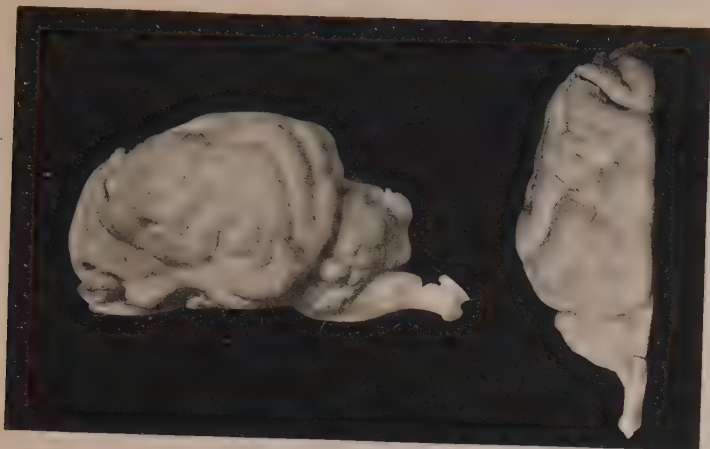
Si nous ne nous abusons, un enseignement se dégage, en toute évidence, de l'ensemble de ces études. Il n'est pas une des conditions de poids, de forme, de plissement cortical, de composition chimique du cerveau, tour à tour, invoquées comme criterium de la valeur intellectuelle qui ne soit, dans une large mesure, sous la dépendance de la taille (2).

Rien de plus légitime, par conséquent, que de reconnaître l'insuffisance de ces données comme base d'appréciation psychique.

Est-ce à dire que l'on doive renoncer à trouver dans les modifications organiques du cerveau la traduction et même l'explication médiate de l'inégalité et de la diversité mentales ? Nous ne le pensons assurément pas. A plu-

1. Pour que l'on pût considérer comme démontrée l'infériorité de la quantité de substance blanche du cerveau des oiseaux, il aurait fallu, de même, que la comparaison portât sur des mammifères de poids analogues.

2. Ce qui donne une valeur tout particulièrement probante à nos résultats, c'est qu'ils expriment les variations dans les limites d'une espèce physiologique.



sieurs reprises, nous avons laissé entrevoir, par une échappée, la multiplicité et la complexité prodigieuses des conditions de la vie psychique ; c'est à peine si nous commençons à connaître les types morphologiques des cellules cérébrales, leurs connexions sont pour la plupart très incertaines, leur structure intime nous échappe presque complètement et nous ne pouvons guère mieux saisir la différenciation chimique de leur contenu. Dès lors, toute affirmation serait, au moins, aventurée.

Mais, quelques belles espérances que l'on soit autorisé à nourrir sur ce point, le plus sage semble être encore de répéter avec Claude Bernard : Si les manifestations fonctionnelles du cerveau ont été les premières qui ont attiré l'attention des philosophes, elles seront certainement les dernières qu'expliquera le physiologiste.

CONCLUSIONS

I. — La variation en poids des centres nerveux peut être considérée comme une *fonction exponentielle* du poids du corps de la forme $\frac{N}{P^x} = C$. Dans cette équation, N, représente une partie du névraxe ; P, le poids du corps de l'animal adulte ; x , l'exposant de relation ; C, une constante.

II. — Dans la classe des *mammifères*, la puissance de P suivant laquelle varie l'encéphale d'espèce à espèce est 0,555 ou 5/9 (Eug. Dubois).

III. — Dans l'espèce *chien*, la puissance de P suivant laquelle varie l'encéphale est 0,25 ou 1/4 (Louis Lapicque).

IV. — Les divers segments de l'encéphale, hémisphères, cervelet, isthme, suivent sensiblement la même loi de proportionnalité à la racine quatrième du poids du corps.

V. — Le poids de la moelle est fonction à la fois de la longueur et de la masse du corps. Si l'on divise le poids de la moelle par sa longueur on élimine l'élément longueur : on obtient ainsi la *section moyenne* de la moelle

dont les accroissements semblent être sensiblement proportionnels à la racine quatrième du poids du corps.

VI. — La forme de l'encéphale du chien, et, particulièrement du cerveau, se modifie d'une façon systématique avec la taille de l'animal. Les variations de la cavité crânienne sont indépendantes de l'aspect de la tête qui est dû surtout au développement relatif de la face.

VII. — Chez le chien, le degré de plissement de l'écorce cérébrale est influencé, d'une manière appréciable, par le volume du cerveau.

Le cervelet est d'autant plus recouvert par le lobe occipital que les encéphales envisagés sont plus gros.

VIII. — Dans la série des mammifères, la richesse en myéline augmente, en général, en même temps que la masse du cerveau (L. Lapicque).

IX. — Chez le chien, on observe des variations du même ordre en comparant des encéphales de différents poids.

X. — De ces faits, on peut inférer que l'unité de poids ne représente pas des valeurs physiologiques identiques pour des encéphales de différentes grandeurs. Il y a donc lieu de tenir compte d'une évaluation de ce genre pour toute recherche relative à la notion de quantité dans l'encéphale.

Vu par le président de la thèse

CHARLES RICHET

Vu par le Doyen,
BROUARDEL.

Vu et permis d'imprimer,
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris

GRÉARD.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.	7
CHAPITRE I. — Poids de l'encéphale.	19
CHAPITRE II. — Poids des divers segments de l'encéphale . . .	23
CHAPITRE III. — Poids de la moelle épinière	27
CHAPITRE IV. — Forme de l'encéphale; et, plus particulière- ment, morphologie cérébrale	36
CHAPITRE V. — Détermination de la part qui revient aux élé- ments conducteurs dans un encéphale donné (Histori- que et méthode)	43
CHAPITRE VI. -- Application de la méthode aux encéphales de différentes grandeurs.	51
CONCLUSIONS.	63

APPENDICE

Tableau des diamètres et indices cérébraux.

Poids du corps	Diamètres du cerveau			Indices cérébraux		
	AP	TM	VM	100 TM	100 VM	100 VM
				AP	AP	TM
3.400	60	52.7	41.5	88	70	78
3.500	58	52	44	89	75	84
3.900	62	58	44	93	70	75
4.700	57	54	41.5	94	72	76
4.800	62.2	54	41.5	86	66	74
5.000	63	56.6	41	89	65	72
6.500	61	54	41.5	87	68	76
7.000	66	57	44	86	66	78
7.000	66	56.5	45	85	68	79
7.000	61	51	40.5	83	66	79
7.700	71	58	42.6	81	60	73
8.000	66	60	44.2	90	66	73
9.500	68.5	57	45.5	83	66	79
10.000	68	57.5	45	84	66	78
10.000	69	58	45	85	65	81
10.000	68	60.3	46	88	67	76
10.400	69.5	59	47	84	67	79
11.000	73	56	45.5	76	62	80
12.000	69	59	44.5	85	64	75
12.500	72	60	46	83	63	76
13.000	71	57	43	80	60	75
13.800	69.8	58	42.2	83	60	72
14.000	71.6	56	43.2	78	60	77
16.000	77	61	44	79	58	72
16.500	75	58.7	45	78	60	76
16.800	78.5	61.5	46.5	78	59	75
18.500	76	62	45.8	81	60	73
19.500	74	60.5	43	81	58	71
22.000	75	57	45	76	60	78
22.500	72.5	60	45	82	62	75
23.000	77	60.5	48	78	62	79
23.500	79.8	61.5	46	77	57	74
23.700	80.5	59.5	44	74	54	73

Poids du corps	Diamètres du cerveau			Indices cérébraux		
	AP	TM	VM	100 TM	100 VM	100 VM
				AP	AP	TM
25.000	77.5	63	46	81	59	73
27.500	83.5	60	45	72	53	75
28.000	81.5	60	45	73	55	75
28.000	75	60	46	80	61	76
28.000	75	59.5	47.5	79	63	79
32.000	83	63.5	43.2	76	52	68
34.000	85	65.5	47.2	77	55	72
34.000	81	65	46	80	56	70
35.000	79	63.5	47.8	80	60	75
36.500	86	63	46.8	73	54	74
36.500	79	62.5	47	79	59	75
38.000	89	67.5	49	75	55	72
42.000	79	66	45.2	83	57	68
48.000	89	70	48.5	78	53	69
51.000	86	62.5	46.3	72	54	74

